



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年11月4日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第313865号

出願人

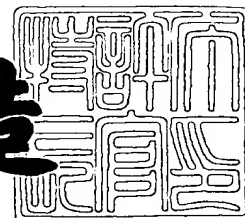
Applicant (s):

セイコーエプソン株式会社

2000年10月20日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3085571

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0075343

【提出日】 平成11年11月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/02
G03F 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 長坂 公夫

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 加瀬谷 浩康

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100093388

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 喜三郎

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

【選任した代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9711684

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ描画装置及びレーザ描画方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理部材が載置され該部材を回転させるためのターンテーブルと、直線的なスライダと、光源となるレーザと、前記スライダに搭載され前記基板にレーザ光を集光しレーザスポットを形成するための光学系と、前記レーザスポットの光強度を変化させるための光変調器を含み、

前記ターンテーブルにより前記被処理部材を回転させ、且つ前記スライダに搭載された光学系を移動させながら、前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画装置。

【請求項 2】 前記ターンテーブルの回転数と前記光変調器の制御信号との同期をとるための基準信号を発生させる発振器と、前記光変調器の制御信号の出力値に対応するデジタルデータを記録するための外部記憶装置と、前記デジタルデータをアナログ信号に変換するための D/A 変換器で構成されるフォーマッタを有する請求項 1 記載のレーザ描画装置。

【請求項 3】 前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系がスライダ上を移動する距離が前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等に設定されている特徴とする請求項 1 記載のレーザ描画装置。

【請求項 4】 被処理部材を回転させ、且つレーザ光を直線的に移動させて前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画方法。

【請求項 5】 前記被処理部材をターンテーブル上に載置して回転させ、且つ直線的なスライダに搭載された光学系を直線的に移動させレーザ光をスライダの直線方向に沿って移動させ、光変調器によりレーザ光の強度を変化させながら前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行う請求項 4 記載のレーザ描画方法。

【請求項 6】 発振器により発生させた基準信号に基づいて前記ターンテーブルのドライバを駆動し、且つ該基準信号に基づいて外部記憶装置に記録したデジタルデータをアナログ信号に変換して前記光変調器に供給し、前記ターンテーブルの回転数と、前記光変調器の制御信号との同期をとる請求項 5 記載のレーザ描

画方法。

【請求項 7】 前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系が前記スライダに沿って直線的に移動する距離を前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等にすることを特徴とする請求項 5 記載のレーザ描画方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は集積回路製造、微細加工、計算機ホログラム製造等に用いられるレーザ描画装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レーザ描画の行われるプロセスの一例として、レリーフ型計算機ホログラムの製造方法の例を説明する。ここでのレリーフ型計算機ホログラムとは透過型ホログラムであり、参照光に位相変調を加えるために透明な基板上に浮き彫り（レリーフ）のように微細加工を施したものである。理想的には深さが連続的に変化しているのが望まれるが、実際はホログラム領域を複数のピクセルに分割し、各ピクセル毎に深さを変化させている。ここでは一例として深さが 8 水準のホログラムを作製するものとする。

【0003】

この計算機ホログラムを光リソグラフィを用いて製作した場合、その工程にはフォトマスク製作工程、露光工程、現像工程、エッチング工程等がある。

【0004】

フォトマスク製作工程では、XYテーブル式のレーザ描画装置を用いて、ガラス基板にCrを蒸着後フォトレジストが塗布されてなる基板を所定のパターンで露光する。その後現像し、Cr層をエッチングしてフォトマスクを作製する。ただし通常はこのフォトマスクの各ピクセルは透過か不透明の二つのレベルである。ここではホログラムの深さを 8 水準としたいので、 $8 = 2^3$ で少なくとも 3 つフォトマスクの組み合わせが必要となる。

【0005】

次の露光現像工程では、フォトレジストを塗布されてなる石英基板に上述のフォトマスクを密着させその上から露光する。フォトマスクが3つの場合は、光源の光量を変えて3回露光を行う。その後現像を行い、各ピクセルの深さは3回の総露光量に応じて深くなる。

【0006】

その後エッチング工程でこの石英基板をエッチングし、石英にレジストの深さパターンと同様のパターンを形成する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のレリーフ型計算機ホログラムのフォトマスク製作工程において、XYテーブル式のレーザ描画装置でパターンを描画した場合、ピクセル数が増えるとXY方向のスライダの移動回数、加減速回数が増加し描画時間が長くなる。またパターン内部を塗りつぶす場合は反復運動が多くなり、高速で描画する場合はかなりリニアモータに負荷が掛かると同時にXYテーブルの加減速時の反作用により自らが振動要因となり位置精度、速度精度が低下する。

【0008】

また複数のフォトマスクの製作が必要となることや、露光工程においてもフォトマスクの枚数分の位置合わせ、露光が必要になり製作時間、コスト共に大規模となる。

【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、その課題とするところは、深さ方向に微細な階調を有する構成のパターンをレーザ描画により形成する装置であって、短時間で簡易に微細パターンを形成することのできる装置及びレーザ描画方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明のレーザ描画装置は、被処理部材が載置され該部材を回転させるためのターンテーブルと、直線的なスライダ（即ち直線的な移動経路を持つスライダ）と、光源となるレーザと、前記スライダに搭載され前記基板にレーザ光を集光し

レーザスポットを形成するための光学系と、前記レーザスポットの光強度を変化させるための光変調器を含み、前記ターンテーブルにより前記被処理部材を回転させ、且つ前記スライダに搭載された光学系を移動させながら、前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画装置である。

【0011】

かかるレーザ描画装置は、好ましくは、前記ターンテーブルの回転数と前記光変調器の制御信号との同期をとるための基準信号を発生させる発振器と、前記光変調器の制御信号の出力値に対応するデジタルデータを記録するための外部記憶装置と、前記デジタルデータをアナログ信号に変換するためのD/A変換器で構成されるフォーマッタを有する。また、好ましくは、前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系がスライダ上を移動する距離が前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等に設定されている特徴とする。

【0012】

本発明のレーザ描画方法は、被処理部材を回転させ、且つレーザ光を直線的に移動させて前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行うレーザ描画方法である。

【0013】

かかるレーザ描画方法では、好ましくは、前記被処理部材をターンテーブル上に載置して回転させ、且つ直線的なスライダに搭載された光学系を直線的に移動させレーザ光を直線的にスライダの直線方向に沿って移動させ、光変調器によりレーザ光の強度を変化させながら前記被処理部材上に所定のパターンでレーザ描画を行う。より好ましくは、発振器により発生させた基準信号に基づいて前記ターンテーブルのドライバを駆動し、且つ該基準信号に基づいて外部記憶装置に記録したデジタルデータをアナログ信号に変換して前記光変調器に供給し、前記ターンテーブルの回転数と、前記光変調器の制御信号との同期をとる。また、前記ターンテーブルが一回転する間に前記光学系が前記スライダに沿って直線的に移動する距離を前記レーザスポットのエアリーディスクの半径と同等にすることがより好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を図面に沿って説明する。

【0015】

(実施形態 1)

請求項 1 のレーザ描画装置の実施形態について、これを用いたレリーフ型計算機ホログラムの製造方法に沿って、特にレーザ露光工程を図 1、2、3 及び 4 を参照して説明する。

【0016】

気体レーザ等のレーザ光源から出射したレーザ光 1 1 2 は光変調器 1 0 3 を透過後、光偏向器 1 0 2 を透過する。光変調器 1 0 3 は入力される制御信号に応じて透過率が変化し、透過したレーザ光の強度が変化する。光変調器 1 0 3 としては、具体的には音響光学素子の光弾性効果を利用したものを用いることができ、これをトランスデューサで結晶中に周期的な屈折率の分布、つまり回折格子を発生させて回折光を発生させることによって光変調を行う。その後光偏向器 1 0 2 を透過したレーザ光はミラー 1 0 1、1 0 4 で反射し対物レンズ 1 0 5 で集光されレーザスポットとなり石英原盤 1 0 8 の表面を照射する。

【0017】

石英原盤 1 0 8 の表面にはフォトレジストが塗布されている。石英原盤 1 0 8 はターンテーブル 1 0 9 にチャックされており、スピンドルモータ 1 1 0 で駆動力を得て回転する。

【0018】

テーブル 1 0 6 はエアスライダ 1 0 7 の上を露光時間の経過と共に r 方向、つまり石英原盤 1 0 8 の内周から外周に向けて移動し、図 2 に示すホログラム領域 2 1 0 内を露光する。ちなみに石英原盤 1 0 8 上のレーザスポットは軌跡 2 0 2 に沿って移動する。

【0019】

例えば、ホログラム領域 2 0 1 内に図 4 の様なパターンを描画する場合を考える。パターンを構成しているピクセル 4 0 5 は、この回転中心点 4 0 1 から径方向に伸びる複数の線分 4 0 3 と円弧 4 0 4 で仕切られている。ホログラム領域 2

0 1 内の各ピクセルのハッチングの濃度は深さを表し、濃い程深いことを意味する。石英原盤 1 0 8 に塗布されているフォトレジストがポジ型の場合は、現像時に露光された部分が溶解して凹形状が形成されるが、この深さは露光量が大きくなると共に大きくなる。従って、濃度が高いピクセルに対しては露光量が多く、低いピクセルに対しては露光量が少なくなるように光変調器 1 0 3 を制御する。ドットは 1 回転内の 1 パルスのレーザ照射で形成してもいいし、レーザスポット径がピクセルに対して小さい場合は複数回転で形成してもよい。

【0 0 2 0】

光変調器 1 0 3 は一般的に光変調器ドライバに入力される制御信号に応じて駆動される。このドライバに制御信号を供給するフォーマッタの機能ブロック図を図 3 に示す。このフォーマッタは、スピンドルモータに同期し、各ピクセルの深さに対応した電圧レベルを高精度のタイミングで発生させなければならない。

【0 0 2 1】

水晶発振器 3 0 1 より発生したクロック信号は分周器 3 0 2 で分周される。この周波数はシリアル信号生成器 3 0 7 の基準周波数 f_r となる。更に f_r は分周器 3 0 3 で分周されスピンドルモータの回転数を制御するための基準信号となりスピンドルモータドライバに入力される。

【0 0 2 2】

一方、HDD 3 0 4 には各ピクセルの露光量に対応する値（データ）が露光される順番に記録されている。これらのデータは I F コントローラ（インターフェイスコントローラ）3 0 5 により FIFO メモリ 3 0 6 に転送される。ここでは連続した複数ピクセルの露光量に対応するデジタルデータがパラレルに転送されている。このパラレル信号を、シリアル信号変換器 3 0 7 で 1 つのピクセルに必要なビット数分に分割され基準信号 f_r に同期させながら時系列的に D/A 変調器 3 0 8 に転送される。D/A 変調器 3 0 8 では入力されたデジタル信号の値に対応した電圧レベルのアナログ信号に変換され光変調器ドライバに転送される。

【0 0 2 3】

この様にホログラム領域 2 0 1 を構成する各ピクセルには所定の露光量での露光が施され、現像によりレリーフ状のレジストパターンが形成される。この石英

原盤 1 0 8 をエッチング及びレジストを除去することにより、レジストパターンが石英原盤 1 0 8 に転写し、レリーフ型計算機ホログラムが完成する。

【 0 0 2 4 】

以上、述べたように本発明のレーザ描画装置を用いればレリーフ型計算機ホログラムの露光工程が短時間に容易に実現できるという特徴がある。

【 0 0 2 5 】

ここでは加工対象として計算機ホログラムを例に取ったが、本発明のレーザ描画装置はこの限りではなく、深さが複数レベル必要な微細加工に対して有効である。

【 0 0 2 6 】

(実施形態 2)

本実施形態は、実施形態 1 で述べた図 1 に示す構造のレーザ描画装置をレリーフ型計算機ホログラムのレーザ露光工程に用いた場合に加工する深さの精度を高めるためのレーザ描画方法の一例である。以下、図 1、2、5、及び 6 を参照して説明する。

【 0 0 2 7 】

通常のレーザ描画装置のレーザスポットのビームプロファイル図 5 に示す曲線 5 0 1 の様になる。レーザ強度 $I(x)$ が零になる最小の円はエアリーディスクと呼ばれ、その半径 w はレーザ波長と集光する光学系の開口数で決る値となる。エアリーディスクの定義は、光学概論 I I (辻内 順平著、朝倉書店) p 7 6 に詳しく記載されている。

【 0 0 2 8 】

この様なレーザスポットで瞬間的にフォトリジストを露光して一つのピクセルを形成しようとした場合はビームプロファイルと同様の形状のレジストパターンが形成される。理想的には各ピクセルの領域内で深さが均一であることが望ましいことから、レーザスポットのビームプロファイルは矩形であることが望まれる。しかし、レーザスポット径をレーザ波長とが同じオーダーにする場合は矩形のビームプロファイルは原理的に不可能である。

【 0 0 2 9 】

そこでレーザ描画する際に、図 1 に示す構造の装置において、ターンテーブル 109 が一回転する間にテーブル 106 が進む距離、つまりトラックピッチ p をレーザスポットのエアリーディスク半径 w と同等にすると図 2 に示すホログラム領域 201 内でほぼ理想的な露光分布が得られる。この原理を以下に説明する。

【0030】

ホログラム領域内 201 をトラックピッチ p で描画する場合に、ある径方向の深さの分布として分布 603 を得たいとする。

【0031】

図 6 (a) に示すように、あるトラック t_n 上に照射されるレーザスポットはビームプロファイル 601、また隣接するトラック t_{n+1} 上に照射されるレーザスポットはビームプロファイル 602 を持つものとする。曲線 601 は議論を簡略化するために曲線 501 を三角形形状に近似してある。トラックピッチ p とエアリーディスク半径 w を同じにしたので曲線 601 のピークの位置では曲線 602 は零となるため、トラック t_n 中心での露光量は隣接トラック t_{n+1} のビームプロファイル 602 の影響を受けない。従って、図 6 (b) に示すようにフォトレジストに照射される径方向の総和の露光量分布は個々のビームプロファイルの頂点を結ぶような分布 603 となり、図 6 (c) に示すように現像後のフォトレジストパターンの深さの分布は深さ分布 604 となる。これは目標とする深さ分布 605 をほぼ実現することが出来る。ただし各ピクセルの境界上で深さが緩やかに変化しており、いわゆる低域通過空間フィルタを掛けたのと等価となる。このことからトラックの空間周波数 ($1/p$) は、深さ分布 604 で必要とされる空間周波数帯域よりも大きいことが望まれる。

【0032】

以上、述べてきたようにトラックピッチ p をレーザスポットのエアリーディスク半径 w とすることにより形成すべきフォトレジストパターン深さとレーザスポットによる露光量が一対一に対応し制御が容易になり、精度の良い深さのレリーフ型計算機ホログラムを得ることが可能となる。

【0033】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、深さ方向に微細な階調を有する構成のパターンをレーザ描画により形成する装置であって、短時間で簡易に微細パターンを形成することのできる装置及びレーザ描画方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置の構成を示す斜視図。

【図 2】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置における、基板上を移動するレーザスポットの軌跡を示すための図。

【図 3】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置のフォーマッタを説明するためのブロック図。

【図 4】

本発明の一実施形態に係るレーザ描画装置で描画するパターンを説明するための図。

【図 5】

レーザ描画装置のレーザスポットのビームプロファイルを説明するための図。

【図 6】

本発明の他の実施形態のレーザ描画方法で得られるフォトリジストパターンの形成原理を説明するための図。

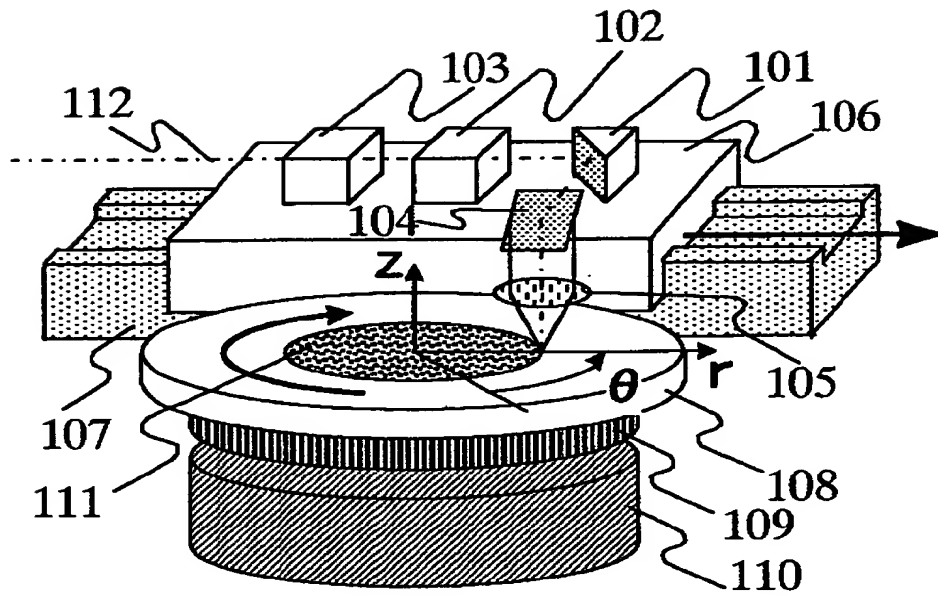
【符号の説明】

- 1 0 1、1 0 4 ミラー
- 1 0 2 光偏向器
- 1 0 3 光変調器
- 1 0 5 対物レンズ
- 1 0 6 テーブル
- 1 0 7 エアスライダ
- 1 0 8 石英原盤
- 1 0 9 ターンテーブル

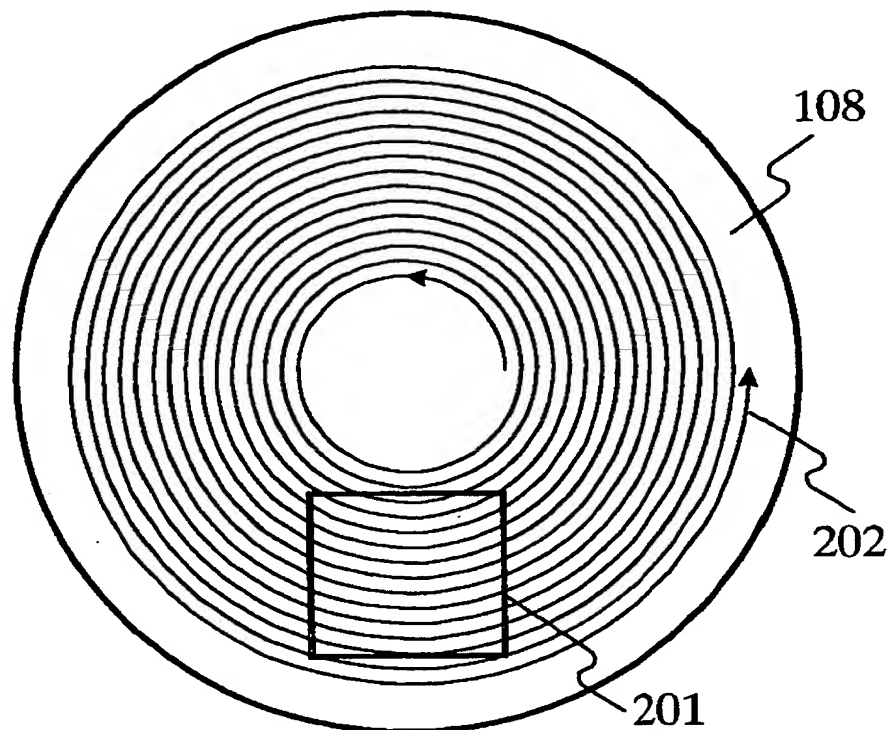
1 1 0 スピンドルモータ
1 1 1 パターン領域
2 0 1 ホログラム領域
2 0 2 軌跡
3 0 1 水晶発振器
3 0 1、3 0 3 分周器
3 0 4 HDD
3 0 5 I F コントローラ
3 0 6 FIFO メモリ
3 0 7 シリアル信号生成器
3 0 8 D/A 変換器
4 0 1 回転中心
4 0 3 線分
4 0 4 弧
4 0 5 ピクセル
5 0 1 曲線
6 0 2 ビームプロファイル
6 0 3 露光量分布
6 0 4、6 0 5 深さ分布

【書類名】 図面

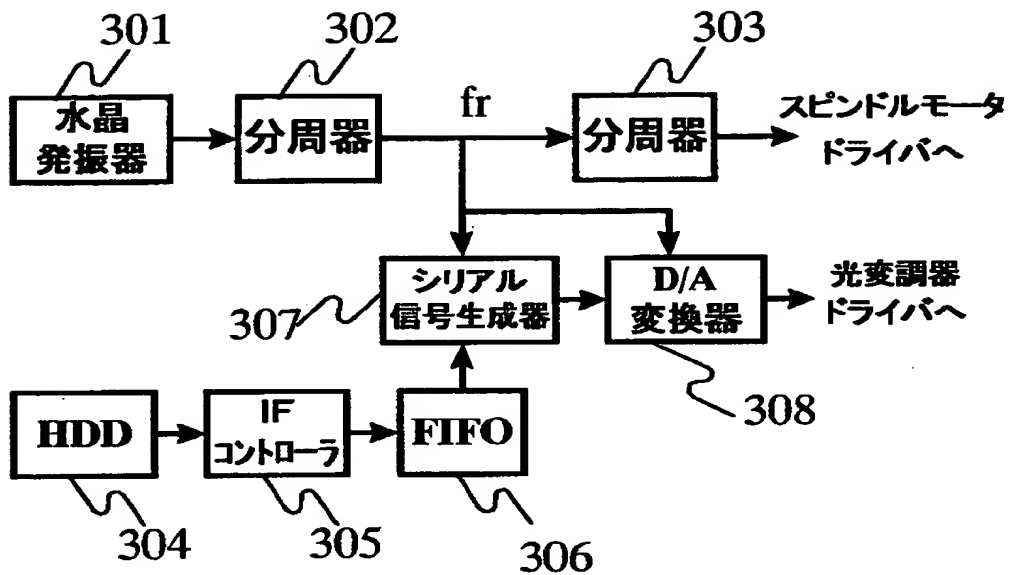
【図 1】



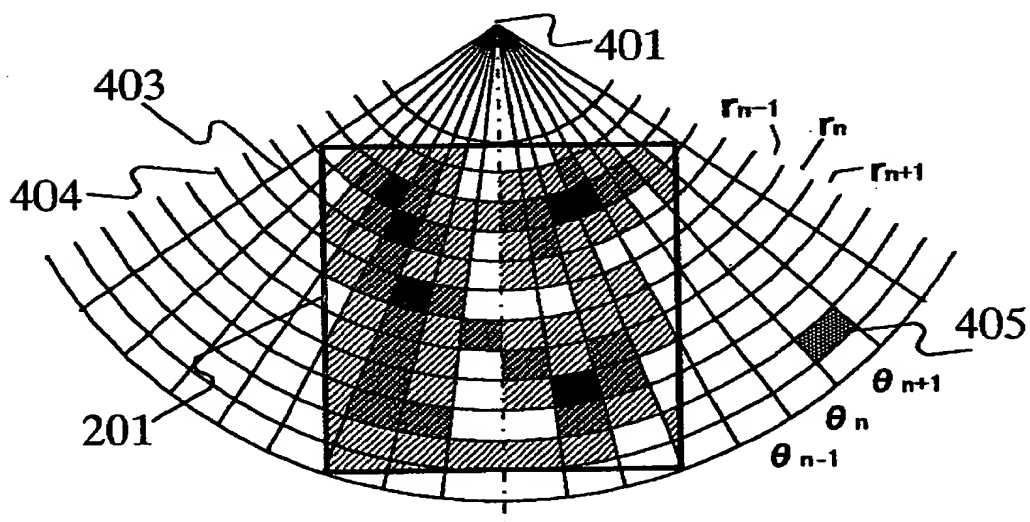
【図 2】



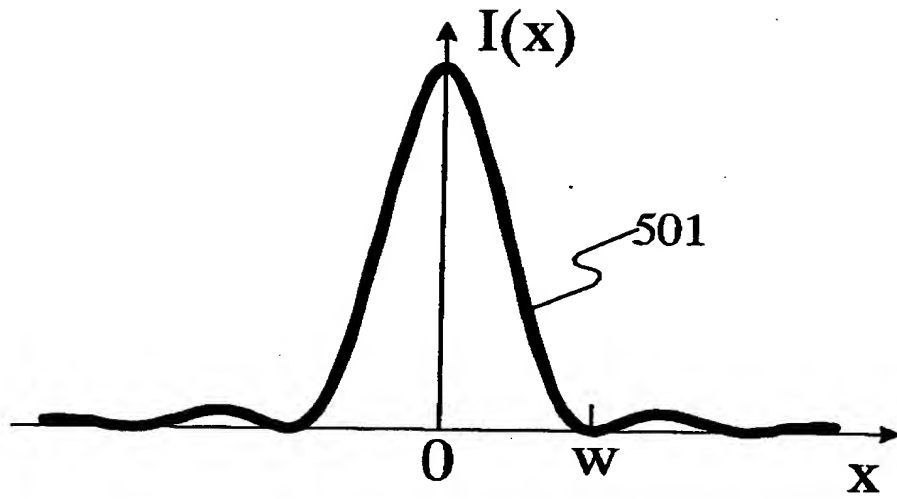
【図 3】



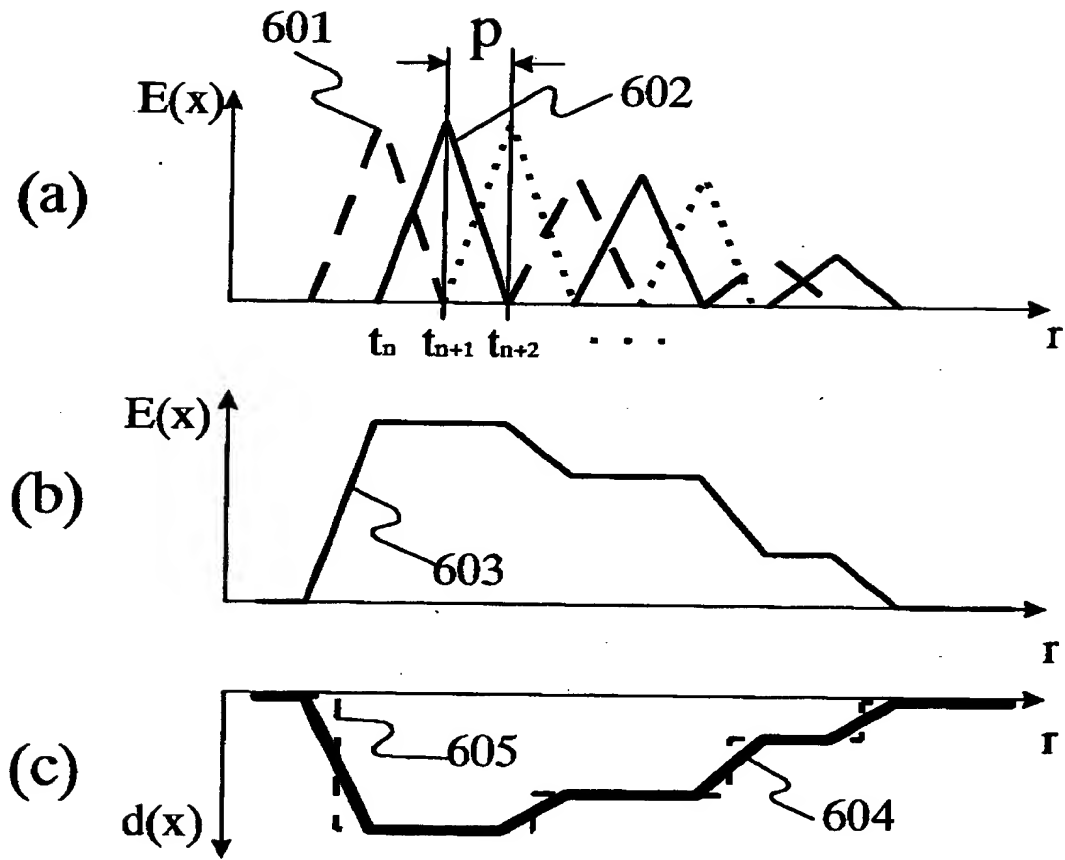
【図 4】



【図 5】



【图 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の X Y テーブル式のレーザ描画装置における、深さ方向に微細で高精度なパターンを加工する場合の描画時間を短縮する。

【解決手段】 ターンテーブルに感光材が塗布された原盤を載せて回転させながら、レーザスポットを径方向に移動させることより高速の描画をおこなう。また描画パターンを構成する各ピクセルに対して露光量を変化させ、またトラックピッチをレーザスポット半径と同等にすることにより任意の深さに高精度に加工することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名 セイコーエプソン株式会社